

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-296634

(43)Date of publication of application : 21.10.2004

(51)Int.Cl.

H01S 5/343  
G11B 7/125

(21)Application number : 2003-085098

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 26.03.2003

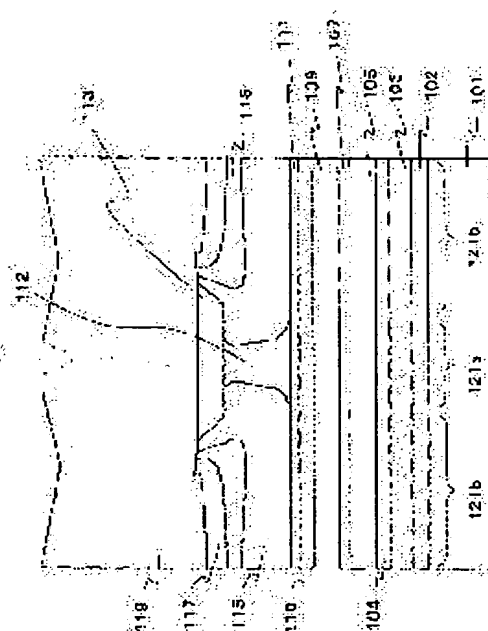
(72)Inventor : HIRUKAWA SHUICHI  
KASAI SHUSUKE  
YAMAMOTO KEI  
NISHIMOTO HIROYUKI

## (54) SEMICONDUCTOR LASER AND OPTICAL DISK DRIVE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a semiconductor laser exhibiting high reliability and long lifetime under high output driving state, and to provide an optical disc drive employing it.

**SOLUTION:** In the semiconductor laser having an oscillation wavelength of 760-800 nm, n-type first and second lower clad layers 103 and 104, a lower guide layer 105, a quantum well active layer 107, an upper guide layer 109, and a p-type upper clad layer 110 are formed sequentially on an n-type GaAs substrate 101. In the quantum well active layer 107, two compressive strain quantum well layers of InGaAsP and two barrier layers are arranged alternately such that an n-side barrier layer is present on the lower guide layer 105 side and a p-side barrier layer is present on the upper guide layer 109 side. The n-side barrier layer has a thickness of 130 Å; so that holes can not tunnel easily, whereas the p-side barrier layer has a thickness of 50 Å; so that holes can tunnel easily.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-296634

(P2004-296634A)

(43) 公開日 平成16年10月21日(2004. 10. 21)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H O I S 5/343	H O I S 5/343	5 D 7 8 9
G 1 1 B 7/125	G 1 1 B 7/125 A	5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2003-85098 (P2003-85098)	(71) 出願人	000005049
(22) 出願日	平成15年3月26日 (2003. 3. 26)		シャープ株式会社
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
		(74) 代理人	100062144
			弁理士 青山 保
		(74) 代理人	100086405
			弁理士 河宮 治
		(74) 代理人	100084146
			弁理士 山崎 宏
		(72) 発明者	蛭川 秀一
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
			シャープ株式会社内
		(72) 発明者	河西 秀典
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
			シャープ株式会社内

最終頁に続く

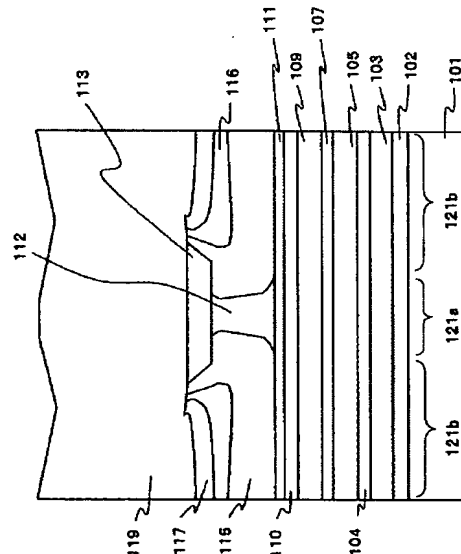
(54) 【発明の名称】 半導体レーザ装置および光ディスク装置

## (57) 【要約】

【課題】 高出力駆動状態において信頼性が高く長寿命な半導体レーザ装置およびそれを用いた光ディスク装置を提供する。

【解決手段】 発振波長が760nmより大きく800nmより小さい半導体レーザ装置であって、n型のGaAs基板101上に、n型の第1、第2下クラッド層103、104、下ガイド層105、量子井戸活性層107、上ガイド層109、p型の上クラッド層110を順次積層する。上記量子井戸活性層107は、InGaAsPからなる2層の圧縮歪量子井戸層および2層の障壁層が交互に配置され、下ガイド層105側にn側障壁層を有するようにかつ上ガイド層109側にp側障壁層を有するように積層されており、n側障壁層の厚さをホールがトンネルしにくい130Åとする。p側障壁層の厚さをホールがトンネルしやすい50Åとする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

n型のGaAs基板上に、n型の下クラッド層、下ガイド層、InGaAsPからなる一層または複数層の井戸層および複数層の障壁層が交互に配置された量子井戸活性層、上ガイド層、p型の上クラッド層が少なくとも積層されている半導体レーザ装置において、上記量子井戸活性層は、上記下ガイド層側にn側障壁層を有するようにかつ上記上ガイド層側にp側障壁層を有するよう積層されており、発振波長が760nmより大きく800nmより小さく、上記n側障壁層の厚さが70Å以上であることを特徴とする半導体レーザ装置。

10

## 【請求項 2】

請求項1に記載の半導体レーザ装置において、上記p側障壁層が、上記n側障壁層よりも薄いことを特徴とする半導体レーザ装置。

## 【請求項 3】

請求項1に記載の半導体レーザ装置において、上記p側障壁層の厚さが70Å未満であることを特徴とする半導体レーザ装置。

## 【請求項 4】

p型のGaAs基板上に、p型の下クラッド層、下ガイド層、InGaAsPからなる一層または複数層の井戸層および複数層の障壁層が交互に配置された量子井戸活性層、上ガイド層、n型の上クラッド層が少なくとも積層されている半導体レーザ装置において、上記量子井戸活性層は、上記下ガイド層側にp側障壁層を有するようにかつ上記上ガイド層側にn側障壁層を有するよう積層されており、発振波長が760nmより大きく800nmより小さく、上記n側障壁層の厚さが70Å以上であることを特徴とする半導体レーザ装置。

20

## 【請求項 5】

請求項4に記載の半導体レーザ装置において、上記p側障壁層が、上記n側障壁層よりも薄いことを特徴とする半導体レーザ装置。

## 【請求項 6】

請求項4に記載の半導体レーザ装置において、上記p側障壁層の厚さが70Å未満であることを特徴とする半導体レーザ装置。

30

## 【請求項 7】

請求項1または4に記載の半導体レーザ装置において、上記上ガイド層および上記下ガイド層がAlGaAsからなることを特徴とする半導体レーザ装置。

## 【請求項 8】

請求項7に記載の半導体レーザ装置において、上記上ガイド層および上記下ガイド層のAl混晶比が0.2以上であることを特徴とする半導体レーザ装置。

## 【請求項 9】

請求項1または4に記載の半導体レーザ装置において、上記井戸層が圧縮歪を有することを特徴とする半導体レーザ装置。

40

## 【請求項 10】

請求項9に記載の半導体レーザ装置において、上記圧縮歪の量が3.5%以内であることを特徴とする半導体レーザ装置。

## 【請求項 11】

請求項1または4に記載の半導体レーザ装置において、上記障壁層が引張歪を有することを特徴とする半導体レーザ装置。

## 【請求項 12】

請求項11に記載の半導体レーザ装置において、上記引張歪の量が3.5%以内であることを特徴とする半導体レーザ装置。

50

## 【請求項 13】

請求項1乃至12のいずれか1つに記載の半導体レーザ装置を用いていることを特徴とする光ディスク装置

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体レーザ装置および光ディスク装置に関するものであり、特に高出力・高信頼性を実現できる半導体レーザ装置およびそれを用いた光ディスク装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体レーザ装置は、光通信装置や光記録装置などに用いられるが、近年、その高速化・大容量化といったニーズが高まってきており、それに応えるために半導体レーザ装置の様々な特性を向上させるための研究開発が進められている。

【0003】

その中で、従来CDやCD-R/RWといった光ディスク装置に用いられる780nm帯の半導体レーザ装置は、通常AlGaAs系の材料により作製されている。CD-R/RWにおいても高速書き込みに対する要求は益々高まってきているため、これに対応するために半導体レーザ装置の高出力化が要求されている。

【0004】

従来のAlGaAs系半導体レーザ装置としては、図11に示すものがある（例えば、特許文献1参照）。このAlGaAs系半導体レーザ装置の構造を簡単に説明する。図11に示すように、n-GaAs基板501上に、n-GaAsバッファ層502、n-Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As下クラッド層503、Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As下ガイド層504、Al<sub>0.12</sub>Ga<sub>0.88</sub>As井戸層（層厚80Å、2層）とAl<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As障壁層（層厚50Å、3層）を交互に配置してなる多重量子井戸活性層505、Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As上ガイド層506、p-Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As第1上クラッド層507、p-GaAsエッチストップ層508が順次積層されており、さらに上記エッチストップ層508上に、メサストライプ状のp-Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As第2上クラッド層509、その上部に庇状のp-GaAsキャップ層510が形成されている。また、上記第2上クラッド層509両側には、n-Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As第1電流ブロック層511およびn-GaAs第2電流ブロック層512が積層されて、上記メサストライプ以外の領域が電流狭窄部となっている。また、上記第2電流ブロック層513上にp-GaAs平坦化層513が設けられ、更に全面にp-GaAsコンタクト層514が積層されている。

【0005】

この半導体レーザ装置のしきい値電流はおよそ35mAであり、COD（光学損傷：Catastrophic Optical Damage）レベルがおよそ160mW程度となっている。

【0006】

【特許文献1】

特開平11-274644号公報（段落0053、図1）

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記AlGaAs系の材料を用いた半導体レーザ装置では、活性なAlの影響により、高出力駆動時にレーザ光出射端面においてCOD（光学損傷）による端面破壊が起こりやすく、最高光出力も160mW程度でしかなかった。このCODによる端面破壊は、以下のようなメカニズムによって生じていると考えられている。共振器端面においては、Alが容易に酸化されるためにそれにより表面準位が形成される。活性層に注入されたキャリアはこの準位を介して緩和し、その際に熱を放出するため、局所的に温度が上昇する。この温度上昇によって端面近傍の活性層のバンドギャップが縮小する。その結

果、レーザ光の端面近傍における吸収が増大し、表面準位を介して緩和するキャリア数が増大するため更に発熱する。このような正帰還を繰り返すことにより最終的に端面が溶融して発振停止に至るわけである。従来の半導体レーザ装置では、活性領域にAlが含まれているため、上記原理に基づく端面破壊が大きな問題となる。

#### 【0008】

そこで、本発明者は、活性領域にAlを含まない（Alフリー）材料であるInGaAsP系による高出力半導体レーザ装置の研究を進めたところ、250mW近くまでの最高光出力をもつ半導体レーザ装置を実現したものの、十分な信頼性・温度特性は得られなかった。この半導体レーザ装置を調べたところ、活性領域に注入されるキャリアが、高温雰囲気下や高出力駆動時に、従来に比べ活性領域外へ漏れやすくなっている可能性があることがわかった。 10

#### 【0009】

本発明の目的は、高出力駆動状態において信頼性が高く長寿命な半導体レーザ装置およびその半導体レーザ装置を用いた光ディスク装置を提供しようとするものである。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、第1の発明に係る半導体レーザ装置は、n型のGaAs基板上に、n型の下クラッド層、下ガイド層、InGaAsPからなる一層または複数層の井戸層および複数層の障壁層が交互に配置された量子井戸活性層、上ガイド層、p型の上クラッド層が少なくとも積層されている半導体レーザ装置において、上記量子井戸活性層は、 20  
上記下ガイド層側にn側障壁層を有するようにかつ上記上ガイド層側にp側障壁層を有するよう積層されており、発振波長が760nmより大きく800nmより小さく、AlGaAs系の半導体レーザ装置に比べCODレベルの高い半導体レーザ装置を作製することができ、更に、上記n側障壁層の厚さが70Å以上であることにより、AlGaAs系と比べ活性領域からキャリア（特にホール）の漏れを低減できるので、GaAs基板上の高出力半導体レーザ装置（特にCD-R/RW用780nm帯高出力半導体レーザ装置）の高出力駆動時において、良好な温度特性を有する半導体レーザ装置を得ることができる。また、上記n側障壁層は、量子効果のある厚さまでであることが望ましい。

#### 【0011】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記p側障壁層が、上記n側障壁層よりも薄いことにより、ホールがp側障壁層をトンネルしやすくなって活性領域に注入されやすくなるので、高出力駆動時に良好な温度特性・信頼性・寿命を有する半導体レーザ装置を得ることができる。また、上記p側障壁層の厚さが70Å未満であることにより、好適に上記と同様の効果が得られる。 30

#### 【0012】

また、第2の発明に係る半導体レーザ装置は、p型のGaAs基板上に、p型の下クラッド層、下ガイド層、InGaAsPからなる一層または複数層の井戸層および複数層の障壁層が交互に配置された量子井戸活性層、上ガイド層、n型の上クラッド層が少なくとも積層されている半導体レーザ装置において、上記量子井戸活性層は、上記下ガイド層側に 40  
p側障壁層を有するようにかつ上記上ガイド層側にn側障壁層を有するよう積層されており、発振波長が760nmより大きく800nmより小さく、AlGaAs系の半導体レーザ装置に比べCODレベルの高い半導体レーザ装置を作製することができ、上記n側障壁層の厚さが70Å以上であることにより、活性領域からキャリア（特にホール）の漏れを低減できるので、高出力駆動時において、良好な温度特性を有する半導体レーザ装置を得ることができる。また上記n側障壁層は、量子効果のある厚さまでであることが望ましい。

#### 【0013】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記p側障壁層が、上記n側障壁層よりも薄いことにより、ホールがp側障壁層をトンネルしやすくなって活性領域に注入されやすくなるので、高出力駆動時に良好な温度特性・信頼性・寿命を有する半導体レーザ装置を得ることが 50

できる。また、上記 p 側障壁層の厚さが 70 Å 以下であることにより、好適に上記と同様の効果が得られる。

【0014】

上記第1、第2の発明における一実施形態の半導体レーザ装置は、上記上ガイド層、下ガイド層が AlGaAs からなることにより、発光再結合のおこる井戸層には AlGaAs は隣接させないことで信頼性を確保しながら、キャリア（特に電子）のオーバーフローは AlGaAs のコンダクションバンド（伝導帯）下端のエネルギー準位（Ec）により十分に抑制できるので、高信頼性・長寿命な高出力半導体レーザ装置が実現できる効果がある。

【0015】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記上ガイド層、下ガイド層を構成する AlGaAs の Al 混晶比が 0.2 より大きいことから、より好適に上記効果が得られる。

【0016】

一実施形態の半導体レーザ装置は、GaAs 基板上の InGaAsP からなる圧縮歪を有する量子井戸活性層が用いられているために発振しきい値電流が低減され、これにより特に 780 nm 帯において高い信頼性を有し、長寿命の高出力半導体レーザ装置が実現できる効果がある。

【0017】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記圧縮歪量が 3.5 % 以内であることにより、より好適に上記効果が得られる。

【0018】

一実施形態の半導体レーザ装置は、InGaAsP からなる引張歪を有する障壁層が用いられており、圧縮歪を有する井戸層に対してその歪量を補償しているので、より安定した結晶をもつ歪量子井戸活性層を作製することができ、高信頼性の半導体レーザ装置が実現できる効果がある。

【0019】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記引張歪量が 3.5 % 以内であることにより、より好適に上記効果が得られる。

【0020】

また、第3の発明の光ディスク装置は、本発明に記載の半導体レーザ装置を用いており、光ディスク装置に対して、従来よりも高い光出力で動作する半導体レーザ装置であるため、ディスクの回転数を従来より高速化してもデータの読み書きが可能である。従って、特に書き込み時に問題となっていたディスクへのアクセス時間が従来の半導体レーザ装置を用いた装置よりも格段に短くなり、より快適に操作できる光ディスク装置を提供できる効果がある。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の半導体レーザ装置および光ディスク装置を図示の実施の形態により詳細に説明する。

【0022】

（第1実施形態）

図1は、この発明の第1実施形態の半導体レーザ装置の構造を示したものである。この半導体レーザ装置は、図1に示すように、n-GaAs 基板 101 上に、n-GaAs バッファ層 102、n-Al<sub>0.453</sub>Ga<sub>0.547</sub>As 第1下クラッド層 103、n-Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>As 第2下クラッド層 104、Al<sub>0.4278</sub>Ga<sub>0.5722</sub>As 下ガイド層 105、多重歪量子井戸活性層 107、Al<sub>0.4278</sub>Ga<sub>0.5722</sub>As 上ガイド層 109、p-Al<sub>0.4885</sub>Ga<sub>0.5115</sub>As 第1上クラッド層 110 および p-GaAs エッチングストップ層 111 を順次積層している。このエッチングストップ層 111 上に、メサストライプ形状の p-Al<sub>0.4885</sub>Ga<sub>0.5115</sub>As 第2上クラッド層 112 および GaAs キャップ層 113 を設けると共に、上記メサ

10

20

30

40

50

ストライプ形状の  $p\text{-Al}_{0.4885}\text{Ga}_{0.5115}\text{As}$  第2上クラッド層112および  $\text{GaAs}$  キャップ層113の両側を、 $n\text{-Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$  第1電流ブロック層115、 $n\text{-GaAs}$  第2電流ブロック層116および  $p\text{-GaAs}$  平坦化層117からなる光・電流狭窄領域で埋め込み、さらに、全面に  $p\text{-GaAs}$  キャップ層119を設けている。この半導体レーザ装置は、メサストライプ部121aと、そのメサストライプ部121aの両側方のメサストライプ部側方部121bとを有する。

#### 【0023】

次に図2～図4を参照しながら、上記半導体レーザ構造の作製方法を説明する。図2に示すように、(100)面を持つ  $n\text{-GaAs}$  基板101上に、 $n\text{-GaAs}$  バッファ層102 (層厚  $0.5\mu\text{m}$ )、 $n\text{-Al}_{0.453}\text{Ga}_{0.547}\text{As}$  第1下クラッド層103 (層厚  $3.0\mu\text{m}$ )、 $n\text{-Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$  第2下クラッド層104 (層厚  $0.24\mu\text{m}$ )、 $\text{Al}_{0.4278}\text{Ga}_{0.5722}\text{As}$  下ガイド層105 (層厚  $1850\text{\AA}$ )、 $\text{In}_{0.1863}\text{Ga}_{0.8137}\text{As}_{0.6965}\text{P}_{0.3035}$  圧縮歪量子井戸層 (歪  $0.39\%$ 、層厚  $60\text{\AA}$ 、2層) と  $\text{In}_{0.0717}\text{Ga}_{0.9283}\text{As}_{0.6238}\text{P}_{0.3762}$  障壁層 (歪  $-1.32\%$ 、基板側から層厚  $130\text{\AA} \cdot 50\text{\AA} \cdot 50\text{\AA}$  の3層であり、基板に最も近いものが  $n$  側障壁層、最も遠いものが  $p$  側障壁層となる) を交互に配置してなる多重歪量子井戸活性層107、 $\text{Al}_{0.4278}\text{Ga}_{0.5722}\text{As}$  上ガイド層109 (層厚  $950\text{\AA}$ )、 $p\text{-Al}_{0.4885}\text{Ga}_{0.5115}\text{As}$  第1上クラッド層110 (層厚  $0.165\mu\text{m}$ )、 $p\text{-GaAs}$  エッチングストップ層111 (層厚  $30\text{\AA}$ )、 $p\text{-Al}_{0.4885}\text{Ga}_{0.5115}\text{As}$  第2上クラッド層112 (層厚  $1.28\mu\text{m}$ )、 $\text{GaAs}$  キャップ層113 (層厚  $0.75\mu\text{m}$ ) を順次有機金属化学気相成長法にて結晶成長させる。

#### 【0024】

さらに図2において、メサストライプ部を形成する部分に、レジストマスク114 (マスク幅  $5.5\mu\text{m}$ ) をストライプ方向が (011) 方向を持つように写真工程により作製する。

#### 【0025】

次に、図3に示すように、上記レジストマスク114 (図2に示す) 以外の部分をエッチングし、メサストライプ部121aを形成する。このエッチングは、硫酸と過酸化水素水の混合水溶液およびフッ酸を用いて二段階で行い、エッチングストップ層111直上まで行う。 $\text{GaAs}$  はフッ酸によるエッチングレートが非常に遅いということを利用し、エッチング面の平坦化およびメサストライプの幅制御を可能にしている。また、エッチングの深さは  $1.95\mu\text{m}$ 、メサストライプの最下部の幅は約  $2.5\mu\text{m}$  である。エッチング後、上記レジストマスク114を除去する。

#### 【0026】

続いて、図4に示すように、 $n\text{-Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$  第1電流ブロック層115 (層厚  $1.0\mu\text{m}$ )、 $n\text{-GaAs}$  第2電流ブロック層116 (層厚  $0.3\mu\text{m}$ )、 $p\text{-GaAs}$  平坦化層117 (層厚  $0.65\mu\text{m}$ ) を順次有機金属結晶成長させ、光・電流狭窄領域を形成する。

#### 【0027】

その後、図4に示すように、写真工程により、上記メサストライプ部両側121b上のみレジストマスク118を形成する。続いて、上記メサストライプ部121a上のブロック層をエッチングにより除去する。このエッチングには、アンモニアと過酸化水素水の混合水溶液および硫酸と過酸化水素水の混合水溶液を用いて二段階でエッチングを行う。

#### 【0028】

その後、上記レジストマスク118を除去し、図1に示す  $p\text{-GaAs}$  キャップ層119 (層厚  $2.0\mu\text{m}$ ) を積層する。このようにして、図1に示す構造の半導体レーザ装置を作製することができる。

#### 【0029】

本第1実施形態において、発振波長は  $780\text{nm}$  であり、多重歪量子井戸活性層107の



障壁層の厚さをGaAs基板101側から層厚130Å・50Å・50Åの3層とすることにより、図6に示すように、70℃、260mWパルスの信頼性試験において5000時間以上の安定な動作を確認した。これまで本発明者は、GaAs基板上にてInGaAsP系の量子井戸活性層を用いた半導体レーザ装置の研究を進めており、今回、AlGaAs系に比べCODレベルの高い半導体レーザ装置を作製することができた。なお、図6においてI<sub>op</sub>とは、半導体レーザ装置の出力が260mWのときの電流値である。また、比較例として多重歪量子井戸活性層の障壁層の厚さを基板側から層厚90Å・50Å・90Åの3層として同じ条件で信頼性試験を行った結果、図6の上側に示すように短時間で端面破壊が生じた。

#### 【0030】

10

そして、更に高出力駆動時の半導体レーザ装置の温度特性を向上すべく、n側障壁層の厚さを130Åとすることで、特性温度T<sub>0</sub>が210Kに向上した。詳しくは、本実施の形態のように、上記n側障壁層の厚さを130Åと厚くすることで、活性領域からキャリア（特にホール）の漏れを低減することで、特性の向上につながったと考えられる。

#### 【0031】

図5に本実施の形態の半導体レーザ装置の、エネルギーバンドプロファイルを模式的に示す。GaAs基板上のInGaAsP系の780nm帯量子井戸活性層では、障壁層のE<sub>v</sub>（価電子帯上端のエネルギー準位）が下ガイド層のE<sub>v</sub>よりも低い位置にある。すなわち、下ガイド層－障壁層の界面では、ホールにとってトンネルにより活性領域から漏れやすい構造であり、これが特性低下に寄与していると考えられる。そのため、上記n側障壁層の厚さを130Åと厚くしてホールがトンネルしにくくすることで、ホールの漏れを低減する効果が得られる。このn側障壁層の厚さは70Å以上であればよいが、100Å以上であればより好適に上記効果が得られる。ここでいうn側障壁層とは、量子井戸活性層の複数ある障壁層のうち、もっとも基板に近いもの（図5では左側）のことを示す。

20

#### 【0032】

また、本実施の形態において、p側障壁層の厚さを50Åとすることで、高出力駆動時に良好な信頼性を有する半導体レーザ装置を作製することができる。前述と同様、本実施形態のようなGaAs基板上のInGaAsP系の780nm帯量子井戸活性層では、障壁層のE<sub>v</sub>（価電子帯上端のエネルギー準位）が上ガイド層のE<sub>v</sub>よりも低い位置にあるため、上ガイド層と障壁層との間の界面ではホールにとってはエネルギー障壁の高い構造である。その結果、活性領域への注入効率が低下し、特性温度や信頼性・寿命の低下を招いていたと考えられる。そこで、上記p側障壁層を50Åと薄くしてホールがトンネルしやすくすることで、図6に示すごとく、高出力駆動時に良好な信頼性を有する半導体レーザ装置を作製することができる。この厚さは70Å以下であればよいが、50Å以下であればより好適に上記効果が得られる。ここでいうp側障壁層とは、複数ある障壁層のうち、もっとも基板から遠いもの（図5では右側）のことを示す。n側障壁層、p側障壁層のそれぞれの厚さに対する温度特性ならびに注入効率の関係を図9に示す。図9に示すように、n側障壁層の厚さが70Å以上でかつp側障壁層の厚さがn側障壁層よりも薄い領域では、上記効果が得られ、さらにその領域のうちのp側障壁層の厚さが70Åの領域では、より好適に上記効果が得られる。

30

40

#### 【0033】

また、本実施の形態において、上記ガイド層がAlGaAsからなることにより、発光再結合のおこる井戸層にAlGaAsを隣接させないことで信頼性を確保しながら、キャリア（特に電子）のオーバーフローをAlGaAsのコンダクションバンド（伝導帯）下端のエネルギー準位E<sub>c</sub>により十分に抑制する効果を得ることができる。通常高信頼性を得るためにAlフリーの半導体レーザ装置を作る場合、ガイド層、クラッド層までInGaPなどで全てAlフリーとする。しかし、本第1実施形態では、発振波長780nm帯のInGaAsPからなる井戸層に対するコンダクションバンドのエネルギー差（ΔE<sub>c</sub>）がバランスよく得られるAl混晶比が0.2より大きいAlGaAsを、ガイド層として設けている。

50

## 【0034】

図8にガイド層のAl混晶比に対する特性温度( $T_0$ )の関係を示すグラフを示す。図8に示すように、ガイド層のAl混晶比が0.2よりも大きいAlGaAsの場合に温度特性が向上していることが確認されており、十分高い信頼性を得ることができた。

## 【0035】

また、本実施の形態において、上述の通りGaAs基板上のInGaAsPからなる圧縮歪井戸層が用いられているために発振しきい値電流が低減され、これにより特に780nm帯において、高出力駆動時に高い信頼性を有する長寿命の半導体レーザ装置を実現できる。また、上記圧縮歪量子井戸層の圧縮歪量が3.5%以内であることにより、より好適に上記効果が得られる。ここでいう歪量とは、GaAs基板の格子定数を $a_{GaAs}$ 、井戸層の格子定数を $a_1$ とすると、

$(a_1 - a_{GaAs}) / a_{GaAs}$ で表される。この値が正であれば圧縮歪、負であれば引張り歪と呼ばれる。

## 【0036】

図7に井戸層の圧縮歪量の違いによる半導体レーザ装置の信頼性(70℃、260mW)を示すグラフを示す。圧縮歪量が3.5%を越えると信頼性が悪化しているのが分かる。これは、井戸層の圧縮歪量が大き過ぎて結晶性が悪くなっているためと考えられる。

## 【0037】

また、本第1実施形態において、InGaAsPからなる引張り歪を有する障壁層が用いられており、圧縮歪を有する井戸層に対してその歪量を補償しているもので、より安定した結晶をもつ歪量子井戸活性層を作製することができ、高信頼性の半導体レーザ装置を実現できる。また、上記引張り歪量が3.5%以内であることにより、より好適に上記効果が得られる。

## 【0038】

また、上記第1実施形態では、埋込リッジ構造としたが、これに限るものではない。リッジ構造、内部ストライプ構造、埋込ヘテロ構造などのあらゆる構造に対して同様の効果が得られる。

## 【0039】

また、本実施の形態では、n型基板を用いたが、p型基板を用い、上記実施の形態のn型、p型を入れ替えても、すなわち量子井戸活性層にホールが注入される側の障壁層を薄く、量子井戸活性層に電子が注入される側の障壁層を厚くすれば、同様の効果は得られる。

## 【0040】

また、発振波長は780nmとしたが、これに限るものではない。760nmより大きく800nmより小さいいわゆる780nm帯であれば同様の効果が得られる。また、材料系の異なる半導体層間の界面、すなわち上ガイド層と障壁層との間、下ガイド層と障壁層との間に、たとえばGaAsからなる界面保護層を設けてもよい。また、p-GaAsキャップ層119および219の厚さをおよそ2.0μmとしているが、およそ50μmと厚く積層してもよい。

## 【0041】

(第2実施形態)

図10は、本発明に係る半導体レーザ装置を用いた光ディスク装置の構造の一例を示したものである。これは光ディスク401にデータを書き込んだり、書き込まれたデータを再生するためのものであり、そのときに用いられる発光素子として、先に説明した本発明第1実施形態の半導体レーザ装置402を備えている。

## 【0042】

この光ディスク装置についてさらに詳しく説明する。書き込みのときは、半導体レーザ装置402から出射された信号光がコリメートレンズ403により平行光とされ、ビームスプリッタ404を透過してλ/4偏光板405で偏光状態が調節された後、対物レンズ406で集光され光ディスク401に照射される。読み出し時には、データ信号がのっていないレーザ光が書き込み時と同じ経路をたどって光ディスク401に照射される。このレ

ーザ光がデータの記録された光ディスク401の表面で反射され、レーザ光照射用対物レンズ406、 $\lambda/4$ 偏光板405を経た後、ビームスプリッタ404で反射されて90°角度を変えた後、光用対物レンズ407で集光され、信号検出用受光素子408に入射する。信号検出用受光素子408内で入射したレーザ光の強弱によって記録されたデータ信号が電気信号に変換され、信号光再生回路409において元の信号に再生される。

#### 【0043】

本実施の形態の光ディスク装置は、従来よりも高い光出力で動作する半導体レーザ装置を用いているため、ディスクの回転数を従来より高速化してもデータの読み書きが可能である。従って、特に書き込み時に問題となっていたディスクへのアクセス時間が従来の半導体レーザ装置を用いた装置よりも格段に短くなり、より快適に操作できる光ディスク装置を提供することができる。

10

#### 【0044】

なお、ここでは、本発明の半導体レーザ装置を記録再生型の光ディスク装置に適用した例について説明したが、同じ波長780nm帯を用いる光ディスク記録装置、光ディスク再生装置にも適用可能であることはいうまでもない。

#### 【0045】

なお、本発明の半導体レーザ装置および光ディスク装置は、上述の図示例にのみ限定されるものではなく、たとえば井戸層・障壁層の層厚や層数など、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

#### 【0046】

20

#### 【発明の効果】

以上より明らかなように、第1の発明の半導体レーザ装置によれば、n型のGaAs基板上に、n型の下クラッド層、下ガイド層、InGaAsPからなる一層または複数層の井戸層および複数層の障壁層が交互に配置された量子井戸活性層、上ガイド層、p型の上クラッド層が少なくとも積層されている半導体レーザ装置において、上記量子井戸活性層は、上記下ガイド層側にn側障壁層を有するようにかつ上記上ガイド層側にp側障壁層を有するよう積層されており、発振波長が760nmより大きく800nmより小さく、上記n側障壁層の厚さが70Å以上であることにより、活性領域からキャリア（特にホール）の漏れを低減できるので、高出力駆動時において、良好な温度特性を有する半導体レーザ装置を実現することができる。

30

#### 【0047】

また、第2の発明の半導体レーザ装置によれば、p型のGaAs基板上に、p型の下クラッド層、下ガイド層、InGaAsPからなる一層または複数層の井戸層および複数層の障壁層が交互に配置された量子井戸活性層、上ガイド層、n型の上クラッド層が少なくとも積層されている半導体レーザ装置において、上記量子井戸活性層は、上記下ガイド層側にp側障壁層を有するようにかつ上記上ガイド層側にn側障壁層を有するよう積層されており、発振波長が760nmより大きく800nmより小さく、上記n側障壁層の厚さが70Å以上であることにより、活性領域からキャリア（特にホール）の漏れを低減できるので、高出力駆動時において、良好な温度特性を有する半導体レーザ装置を実現することができる。

40

#### 【0048】

また、第3の発明の光ディスク装置によれば、従来よりも高い光出力で動作する第1、第2の発明の半導体レーザ装置を光ディスク装置に用いることによって、ディスクの回転数を従来より高速化してもデータの読み書きが可能である。従って、特に書き込み時に問題となっていたディスクへのアクセス時間が従来の半導体レーザ装置を用いた装置よりも格段に短くなり、より快適に操作できる光ディスク装置を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る半導体レーザ装置のストライプ方向に対して垂直な面の断面図である。

【図2】上記半導体レーザ装置の第一回結晶成長マスクプロセス終了後の、ストライプ方

50

向に対して垂直な面の断面図である。

【図3】上記半導体レーザ装置のメサストライプ形成エッチングプロセス終了後のストライプ方向に対して垂直な面の断面図である。

【図4】上記半導体レーザ装置の電流ブロック層埋め込み結晶成長プロセス終了後のストライプ方向に対して垂直な面の断面図である。

【図5】上記半導体レーザ装置のエネルギーバンドプロファイルの簡易図である。

【図6】上記半導体レーザ装置の障壁層の構造の違いによる半導体レーザ装置の信頼性を示すグラフである。

【図7】上記半導体レーザ装置の井戸層の圧縮歪量の違いによる半導体レーザ装置の信頼性を示すグラフである。

10

【図8】上記半導体レーザ装置のガイド層のAl混晶比に対する温度特性( $T_0$ )の関係を示すグラフである。

【図9】上記半導体レーザ装置のn側障壁層、p側障壁層のそれぞれの厚さに対する温度特性ならびに注入効率の関係を示す模式図である。

【図10】本発明の第2実施形態に係る光ディスク装置の概略図である。

【図11】従来の半導体レーザ装置のストライプ方向に対して垂直な面の断面図である。

#### 【符号の説明】

- 101 基板
- 102 バッファ層
- 103 第1下クラッド層
- 104 第2下クラッド層
- 105 下ガイド層
- 107 多重歪量子井戸活性層
- 109 上ガイド層
- 110 第1上クラッド層
- 111 エッチングストップ層
- 112 第2上クラッド層
- 113 キャップ層
- 114 レジストマスク
- 115 第1電流ブロック層
- 116 第2電流ブロック層
- 117 平坦化層
- 118 レジストマスク
- 119 キャップ層
- 121a メサストライプ部
- 121b メサストライプ部側方部
- 401 光ディスク
- 402 半導体レーザ装置
- 403 コリメートレンズ
- 404 ビームスプリッタ
- 405 偏光板
- 406 レーザ光照射用対物レンズ
- 407 再生光用対物レンズ
- 408 信号検出用受光素子
- 409 信号光再生回路
- 501 基板
- 502 バッファ層
- 503 下クラッド層
- 504 下ガイド層
- 505 多重歪量子井戸活性層

20

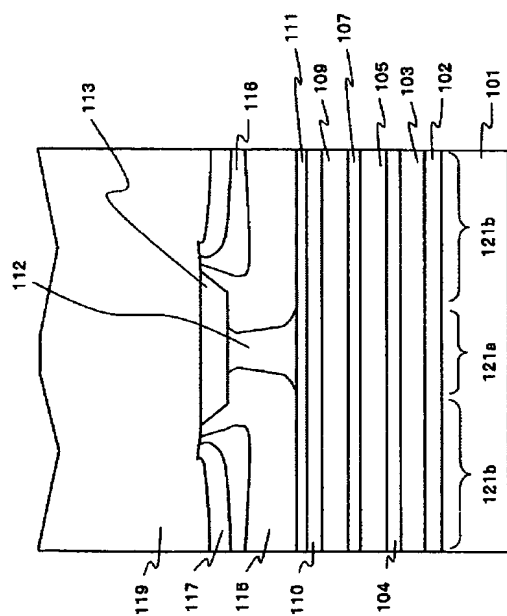
30

40

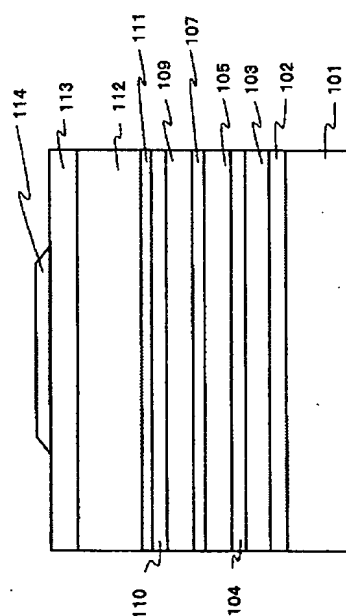
50

- 506 上ガイド層
- 507 第1上クラッド層
- 508 エッチストップ層
- 509 第2上クラッド層
- 510 キャップ層
- 511 第1電流ブロック層
- 512 第2電流ブロック層
- 513 平坦化層
- 514 コンタクト層

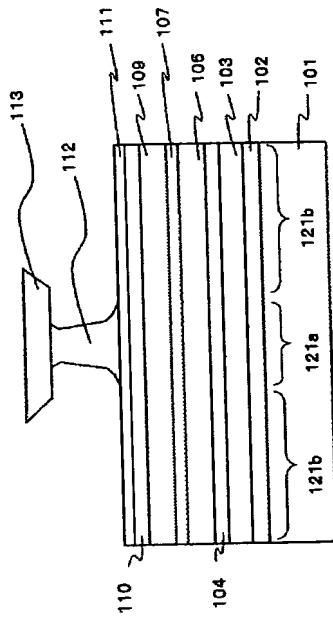
【図1】



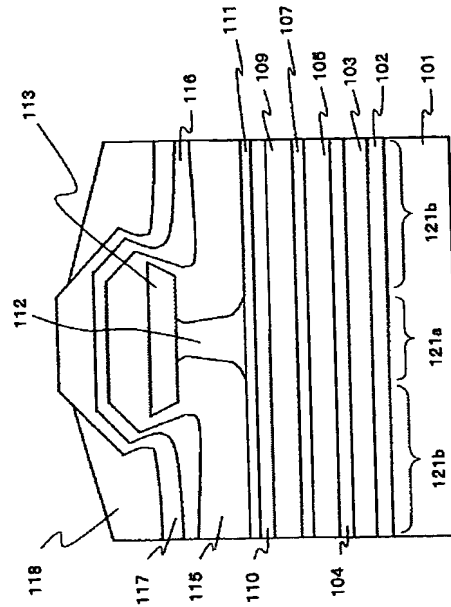
【図2】



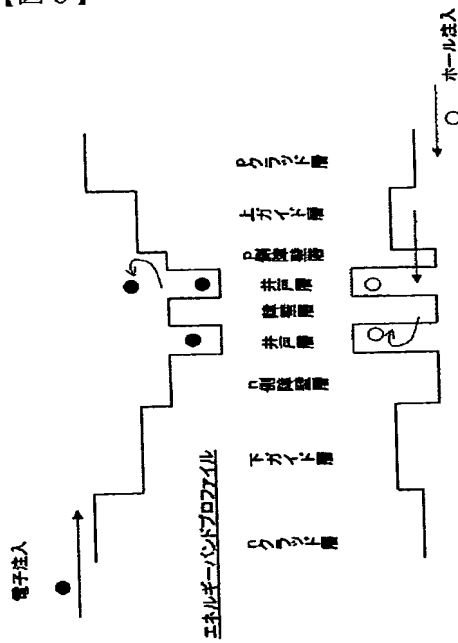
【図 3】



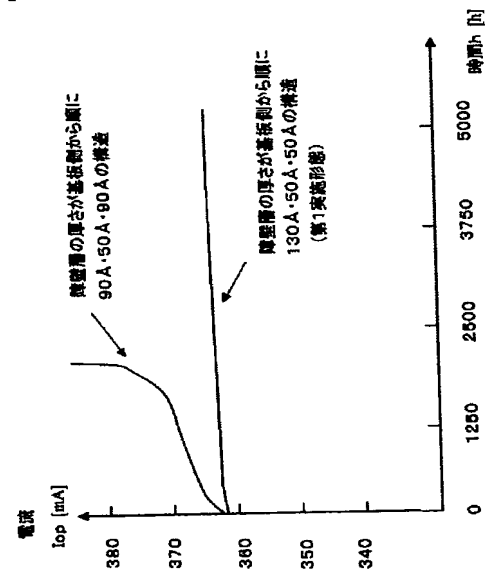
【図 4】



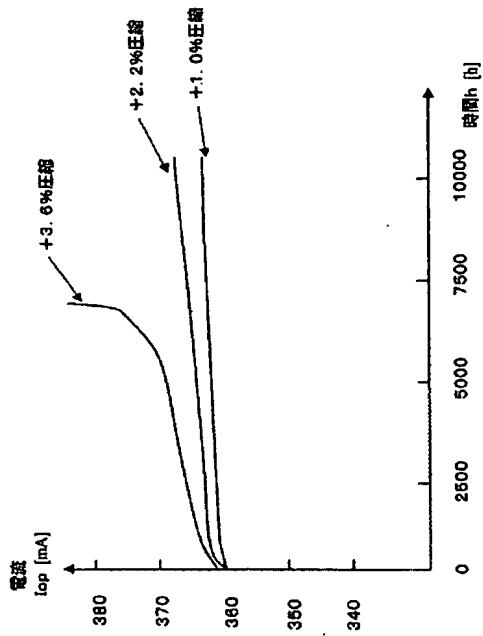
【図 5】



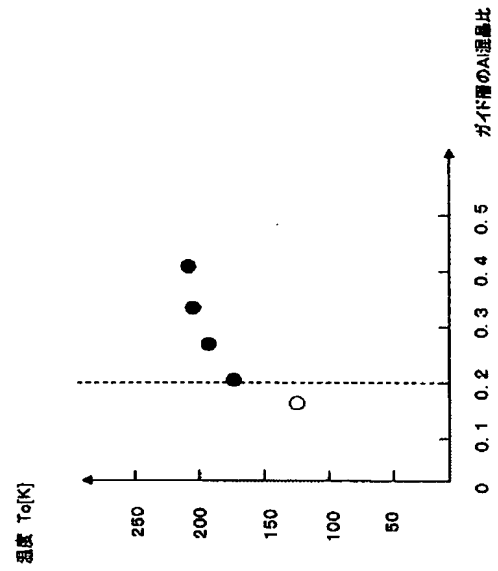
【図 6】



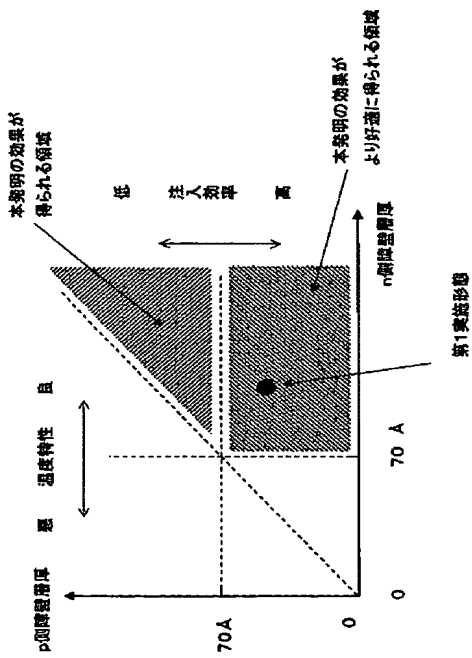
【図 7】



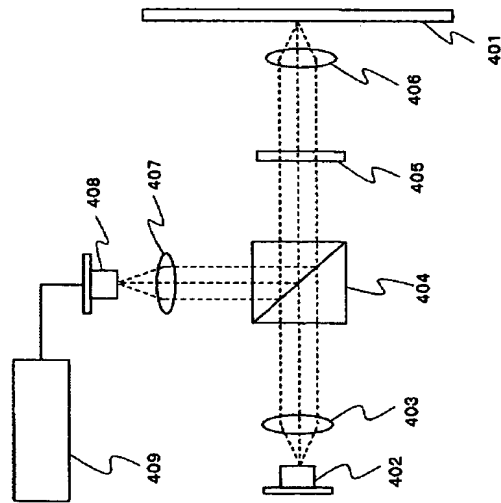
【図 8】



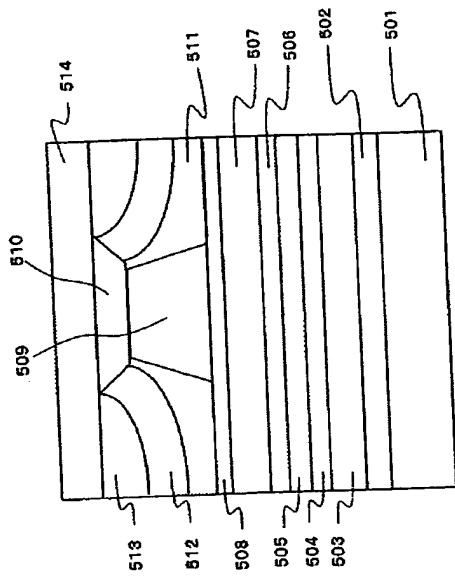
【図 9】



【図 10】



【図 11】





---

フロントページの続き

(72)発明者 山本 圭

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

(72)発明者 西本 浩之

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

F ターム(参考) SD789 AA24 AA42 BA01 BB03 FA05 LB12 NA04

SF073 AA21 AA45 AA53 AA55 AA74 BA05 CA17 CB07 CB10 DA05

DA23 EA24 EA28

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**